

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-134553

(43)Date of publication of application : 17.05.1994

(51)Int.Cl. B22D 11/06  
B22D 11/06  
C21D 7/06

(21)Application number : 04-288892 (71)Applicant : NIPPON STEEL CORP  
MITSUBISHI HEAVY IND LTD  
(22)Date of filing : 27.10.1992 (72)Inventor : FUKUDA YOSHIMORI  
TANAKA SHIGENORI  
TAKEUCHI HIDEMARO  
MATSUBARA YASUO

## (54) MOLD FOR CONTINUOUSLY CASTING THIN CAST SLAB AND METHOD FOR WORKING SURFACE THEREOF

### (57)Abstract:

PURPOSE: To enable the formation to a mold having the recessed hole distribution without any cracking and uneven brightness of a cast slab by suitably distributing the large diameter recessed holes and the small diameter recessed holes engraved on the mold surface by a shot blast method and constituting the remained surface with the flat part having a specific surface roughness.



CONSTITUTION: The surface of the moving mold is formed of the recessed holes having diameter  $d_1=0.4\text{-}1.0\text{mm}$  of round shaped or ellipse-shaped opening part and diameter  $d_2\leq0.3\text{mm}$  at  $50\text{-}200\text{ holes/cm}^2$  engraved over  $\geq90\%$  of the peripheral area of this moving mold by the shot blast method. Further, the remained surface is constituted with the flat part having  $\leq10\mu\text{m}$  the surface roughness. Then, on the surface of the moving mold, two kinds of the steel balls having different diameters are mixed by the shot blast method and projected. By this method, the recessed holes on the surface of the cooling

drum can be formed to the recessed hole distribution without any crack and uneven brightness of the cast slab, and the working period and the cost can be reduced.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.08.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2974521

[Date of registration] 03.09.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 03.09.2002

\* NOTICES \*

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Mold for continuous casting of the thin cast piece of 1cm 50-200 0.4-1.0mm diameters per two which the front face of the migration mold of the synchronous system continuous casting equipment of a thin cast piece covered 90% or more of the peripheral surface product of this migration mold, and were engraved by the shot-blasting method characterized by circular or having consisted of a hollow which has opening of an ellipse configuration, and a hollow with a diameter of 0.3mm or less, and a remainder front face consisting of flat parts of 10 micrometers or less of surface roughness.

[Claim 2] The surface treatment approach of the mold for continuous casting of the thin cast piece characterized by mixing and projecting two kinds of shots from which a diameter differs by the shot-blasting method on the front face of the migration mold of the synchronous system continuous casting equipment of a thin cast piece.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the shape of surface type and its surface treatment approach of the mold in thin cast piece casting equipments, such as a twin drum method which uses migration mold casting equipment, for example, the cooling drum of the pair which equipped the interior with the water-cooled device, a single drum method which uses one cooling drum, or a drum-belt method which forms a well between a cooling drum and a belt.

[0002]

[Description of the Prior Art] the approach of manufacturing the thin cast piece which the synchronous system continuous casting approach carries out cooling coagulation of for example, a cooling drum and the molten metal in the well constituted from a side weir (molten metal) on a cooling drum, forms coagulation shell, and has the thickness of about 1-10mm near the direct last configuration -- it is -- therefore, a front face -- it is very important to manufacture the good thin cast piece of description.

[0003] this casting -- setting -- the front face of a cast piece -- it is an important technical problem for it to be stabilized and to maintain description excellently, and for this reason, the technique of establishing many hollows in a cooling drum peripheral surface is indicated by JP,60-18449,A so that the air gap used as a thermal break may be formed between for example, a cooling drum and coagulation shell as a means to attain homogeneity generation of coagulation shell.

[0004] Moreover, as what improved this technique, the technique which specified the depth of a \*\*\*\*\* hollow, a diameter, a mutual distance of a hollow, the motif of a hollow, etc. is indicated by JP,64-83342,A. Furthermore, means, such as the shot-blasting method electrolytic decomposition process, electric spark forming, and an electron beam process, are indicated by JP,62-254953,A as a processing means of a hollow.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Especially in order to continue and obtain a desirable thin cast piece using a migration mold type continuous casting machine, when processing a hollow into the peripheral face of mold, for example, a cooling drum, by the shot-blasting method, the magnitude of the hollow and distribution become very important. Although coagulation begins from the hollow section engraved on the drum in the cooling drum peripheral face which touches a molten metal, if the diameter of a hollow is too small, it cannot become a coagulation start point. Therefore, the ununiformity of coagulation happens and the surface coagulation unevenness by generating and a seam reason of a crack is produced.

[0006] If a steel spherical diameter is enlarged further and it engraves on a drum front face in order to make this coagulation start point increase and to make homogeneity promote, the hollow section will serve as some big aggregates, or big boom hoisting will occur at constant pitch crosswise [ drum ], and if a molten metal is cast in this drum front face, a big molten-bath wrinkling will occur on a cast piece front face. Moreover, if a flat part is in a cooling drum peripheral face continuously, it becomes depressed with a flat part, and a crack is produced on the boundary of the section or it remains as

solidification structure unevenness on it. Therefore, although it is necessary to become depressed, and not to make a path large beyond the need, and to engrave the magnitude of a shot, and distribution proper, there is no clear suggestion concerning magnitude distribution of the shot at the time of stamping with the conventional technique.

[0007] This invention solves the trouble of the \*\*\*\*\* conventional technique in the case of processing distribution of the hollow of cooling mold by the shot-blasting method on the occasion of the continuous casting of a thin cast piece, and it makes it possible to manufacture the cast piece which has neither a crack nor uneven brightness in a front face by this.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order that this invention may solve such a trouble, the front face of the migration mold of the synchronous system continuous casting equipment of a thin cast piece 1cm<sup>2</sup> which covered 90% or more of the peripheral surface product of this migration mold, and were engraved by the shot-blasting method It consists of circular or the hollow which has opening of an ellipse configuration, and a hollow with a diameter of 0.3mm or less with a diameter [ of 50-200 hits ] of 0.4-1.0mm. And it is characterized by processing the above-mentioned mold front face by mixing two kinds of shots with which it is characterized by the mold with which the remainder front face consisted of flat parts of 10 micrometers or less of surface roughness, and diameters differ on the \*\*\*\*\* type front face of continuous casting equipment, and performing shot blasting.

[0009] Hereafter, this invention is further stated to a detail. Although this invention forms the above cooling mold front faces by mixing and carrying out the shot of two kinds of shots to the front face of the mold for continuous casting of a thin cast piece, a healthy cast piece can be obtained thereby very easily. In this invention, an early hollow is a hollow formed in the front face of smooth cooling mold in which the hollow is not formed. An early hollow is a 0.4mm - 1.0mm hollow 50-200 pieces/cm<sup>2</sup> While being distributed in the range, a hollow 0.3mm or less is mostly distributed over a remainder front face on the whole surface.

[0010] In order to become a coagulation start point, a big hollow needs to be 0.4mm or more. Moreover, the hollow of a small path has 0.3 effectivemm or less in order to make small cooling unevenness with the hollow section with a big mold front face. Little [ do / it / from the semantics which prevents surface organization unevenness ] area of the flat part on the front face of mold is good, and it is still more desirable. [ at least 10% or less of ]

[0011] It is defined as the rate of area of the flat part in this invention by following the (1) type.

$$\text{各初期平坦部面積} \quad \Sigma S_1$$

$$\text{面積率 (\%)} = \frac{\text{各初期平坦部面積}}{\text{冷却鋳型の周面積}} = \frac{\Sigma S_1}{S} \cdots (1)$$

however, S ; Peripheral surface product Si; cooling drum flat part area of a cooling drum it is .

[0012] Moreover, with the flat part, surface roughness considered as the part 10 micrometers or less. At this time, the rate of area of a flat part can measure the rubbed copy on the front face of a drum by carrying out an image processing in simple. That is, a carbon spray is made to apply to a drum front face, a rubbed copy is taken by the fish print method, and the rate of area of the part which became black is quantified. When performing the above-mentioned shot blasting and making a necessary hollow form in the above-mentioned cooling mold in this invention, it is the major diameter d1 0.4mm or more. Shot blasting D1 for forming Hollow d2 0.3mm or less Shot blasting D2 for forming It is processed by making it mix. By performing shot blasting to the cooling mold which has a flat front face, in order to form the hollow of two sorts of size, it is necessary to collide almost at random.

[0013] If it is processed with the diameter of the same shot, since distribution of a hollow is distributed normally over a certain within the limits, it cannot form two sorts of distribution. Then, distribution of a hollow is made to two kinds by making the diameter of a shot into two sorts, and distribution in alignment with the example of this invention can be reproduced. In this case, major diameter D1 Minor diameter D2 In order to stamp on the material on the front face of a drum at random, it is a major

diameter D1. A shot and minor diameter D2 It is desirable to make the number of a shot into the range are satisfied with (2) types of the range.

[0014]

$3\% \leq D1/(D1+D2) \leq 40\% \text{ -- (2)}$

Although this rate changes with quality of the materials on the front face of a drum, when 0.5-2mm nickel plating is performed, for example to Cu mold, if this ratio is smaller than 3%, there will be little number of the hollow 0.4mm or more used as a coagulation nucleus, and a lifting and a crack will generate ununiformity coagulation, boom hoisting with the big shape of a vertical reinforcement in on the other hand, a hollow 0.4mm or more continuing, if it becomes larger than 40% -- generating -- a cast piece front face -- description is worsened.

[0015] Moreover, in less than 0.15mm, the kinetic energy of a shot has a small diameter of a shot, and it is hard to obtain an effective hollow. Therefore, diameter D1 of a shot D2 It is desirable to satisfy (3) types and (4) types.

$1 \leq 1.1\text{mm of } 0.50\text{ mm} \leq D \text{ -- (3)}$

$2 \leq 0.4\text{mm of } 0.15\text{ mm} \leq D \text{ -- (4)}$

Thus, if the cooling mold which formed the hollow in the fitness range casts a cast piece, the surface detailed crack and uneven brightness of a cast piece can be prevented to coincidence.

[0016] Moreover, since these hollows are worn out with the amount of casting, according to wear, it is necessary to rework them. In addition, it is desirable to perform hollow processing under nitrogen-gas-atmosphere mind. It can prevent that roll skin temperature rises and oxidation is promoted by this at the time of processing.

[0017]

[Function] When this invention persons examined various the hollows, cast piece surface checks, and surface coagulation unevenness of cooling mold, they found out that it was necessary to form the hollow of a major diameter required as a coagulation nucleus in the amount of a certain range. Furthermore, this invention persons found out that the uneven brightness on the front face of a cast piece was cancelable by forming the hollow of a small path in the gap of these big paths.

[0018] Drawing 3 shows the cross-section configuration of a hollow, and the smaller shallow hollow A2 (a diameter d2 and depth l2) is formed of a big shot dimple by the shot dimple with the large more deep small hollow A1 (a diameter d1 and depth l1). Big hollow A1 By touching a molten steel front face, a coagulation nucleus generates, homogeneity coagulation is promoted and it is the surrounding small hollow A2. The gas gap between a drum and coagulation shell is enlarged, a cast piece front face is gradual-cooling-sized, and it is the hollow A1 still more nearly required for a coagulation nucleus. Surrounding hollow A2 It is making a cooling velocity difference small, and checked that surface coagulation unevenness was cancelable.

[0019] Moreover, a hollow A1 and A2 It checked that the air gap between a drum and coagulation shell was increased, and the surface check of a cast piece could be prevented according to a gradual-cooling operation. This result is shown in drawing 1 . Drawing 1 is obtained according to the following conditions. Using the congruence drum type continuous casting machine which performed nickel plating to drum width of face of 1300mm, 1200mm of diameters, and a front face first, the rapid solidification of the molten metal of a steel type SUS 304 was carried out, the cast piece was drawn out by part for 80m/, and the cast piece with a thickness of 2.3mm was obtained.

[0020] The hollow was made to form in the above-mentioned cooling drum front face with shot blasting at 90% or more of part of a flat part. When the 0.15mm hollow was made to form in this part, a hollow did not work as a coagulation nucleus but the crack occurred on the cast piece front face. Then, shot blasting was performed to the cooling drum front face according to the following conditions. namely, pneumatics projection type BURASUTA -- using -- a path -- 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, and 0. -- either shot of 35 and 0.40 (martensite), and one whose paths are 0.60, 0.65, 0.75, 0.85, 0.90, and 1.10mm of shots Projection pneumatics; it was made to change at the rate of the number as shown in drawing 2 with 3.6-10kg/cm<sup>2</sup> and 1 time of projection width of face of 20mm, and the hollow was formed.

[0021] The cast piece was manufactured on the same casting conditions as the above on the cooling

drum into which the front face was processed as mentioned above, and the surface check yield of the obtained front face was investigated. For the field which does not have a crack and uneven brightness as shown in drawing 2, a hollow 0.4mm or more is 2 50-200 pieces/cm. It turned out that it is the part where it was distributed and the whole was engraved 90% or more in concave Mika and others 0.3mm or less.

[0022] Here, when the path of a hollow became larger than 1mm, since the part corresponding to the hollow section after cold-rolling remained as uneven brightness, it considered as the range of 0.4-1.0mm.

[0023]

[Example] First, if drawing 4 explains the continuous casting machine used by this invention, this continuous casting machine is arranged so that the cooling drums 1 and 1 may be rotated to hard flow in parallel, the side weirs 2 and 2 are established in the both-ends side of these cooling drums 1 and 1, a well 4 is constituted, and a thin cast piece S is cast, cooling the molten metal 5 in this well by rotation of the cooling drums 1 and 1. Moreover, the side weirs 2 and 2 were forced on the both-ends side of the cooling drums 1 and 1, by wear by rotation of a cooling drum, maintained the seal condition and have prevented molten-bath leakage.

[0024] the front face of the mold of this equipment -- description was changed as shown in Table 1, and it had the presentation of stainless steel SUS304, and the thickness of 2.3mm and the thin cast piece of 800mm of board width were cast at the casting rate for 80m/from molten steel with a temperature of 1500 degrees C. 1-5 is an example of a comparison from NO 1-1 given in Table 1, and 1-10 is an example of this invention from NO 1-6. There was no detailed crack in the cast piece front face cast in this invention method, and there was also no generating of uneven brightness as shown in Table 1.

[0025] That is, coagulation was able to begin from the major diameter 0.4mm or more, the coagulation homogeneity of the direction of a cross section was able to become good, and the detailed crack was able to be abolished. Moreover, the coagulation unevenness of the part of a major diameter and others could be mitigated by forming a hollow in the whole surface mostly, and uneven brightness of a cold-rolled plate was able to be made for there to be nothing as a result. According to there being few major diameters 0.4mm or more, and there being few coagulation start points, the coagulation ununiformity became excessive and the detailed crack generated NO 1-1 and 1-2. Moreover, although the number of a hollow 0.4mm or more of NO 1-3 was proper, the drum front face had many flat parts, and uneven brightness occurred. Furthermore, major diameters 0.4mm or more overlapped, it became a big hollow group, or the muscle of a hollow was made by NO 1-4 and 1-5 in the lengthwise direction, and uneven brightness generated them.

[0026]

[Effect of the Invention] Since the hollow of a cooling drum front face can be formed in the hollow distribution without a crack and uneven brightness according to this invention as stated above, the time necessary for completion of processing, reduction of costs, etc. are attained, and the industrial effectiveness is large.

---

[Translation done.]

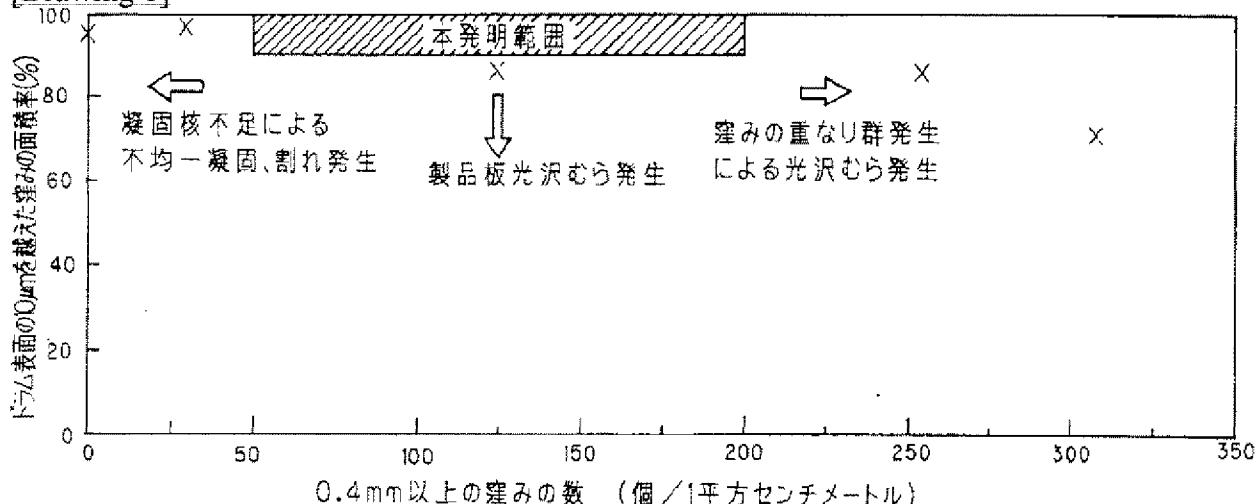
\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

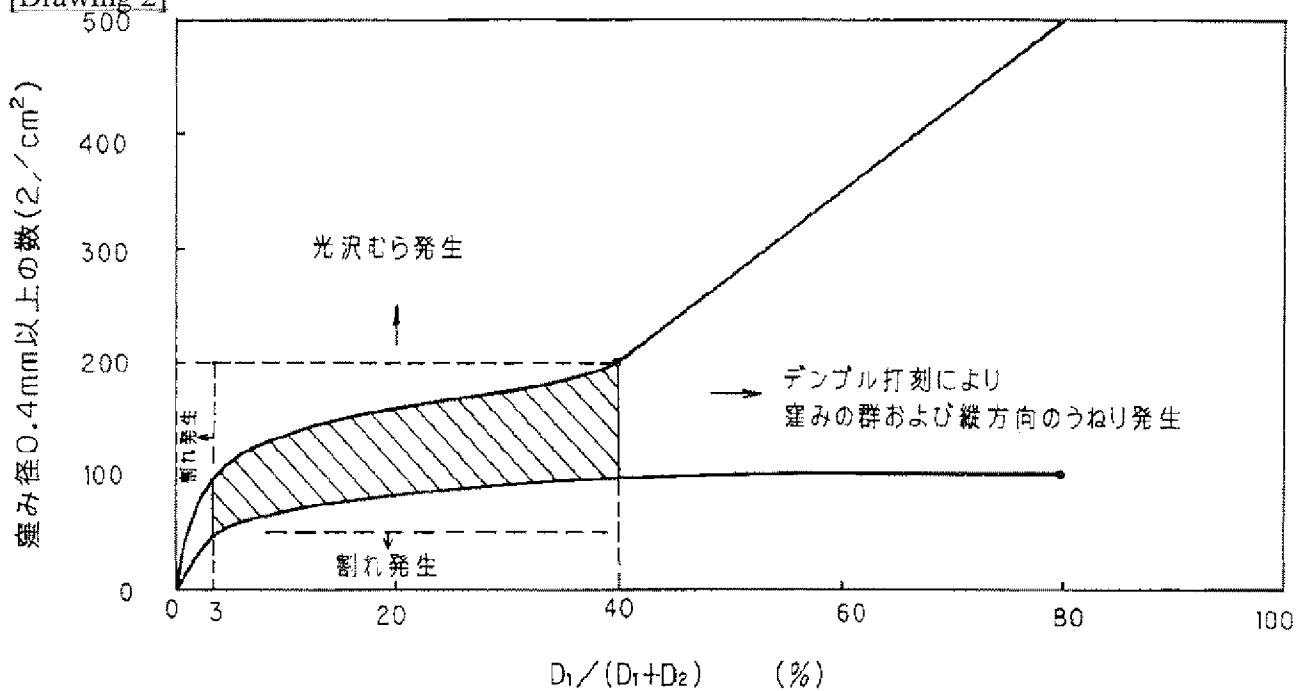
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

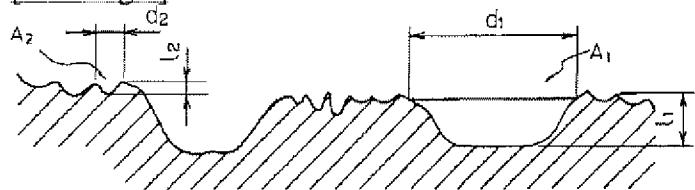
[Drawing 1]



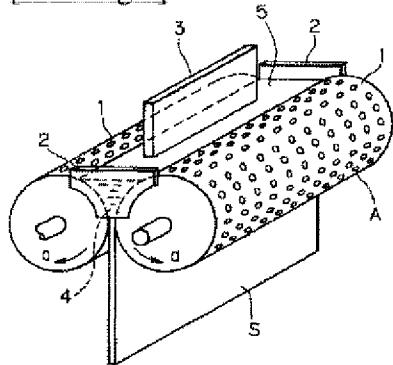
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



1…冷却ドラム  
2…サイド堰  
3…浴湯吐出ノズル  
4…湯通り部  
5…導板  
A…蓋み

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-134553

(43) 公開日 平成6年(1994)5月17日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>  
B 22 D 11/06  
C 21 D 7/06

識別記号 330 B 370 B Z  
府内整理番号 7362-4E 7362-4E 7412-4K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全5頁)

(21) 出願番号 特願平4-288892

(22) 出願日 平成4年(1992)10月27日

(71) 出願人 000006655  
新日本製鐵株式会社  
東京都千代田区大手町2丁目6番3号  
(71) 出願人 000006208  
三菱重工業株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目5番1号  
(72) 発明者 福田 義盛  
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内  
(72) 発明者 田中 重典  
山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社光製鐵所内  
(74) 代理人 弁理士 青木 朗 (外4名)

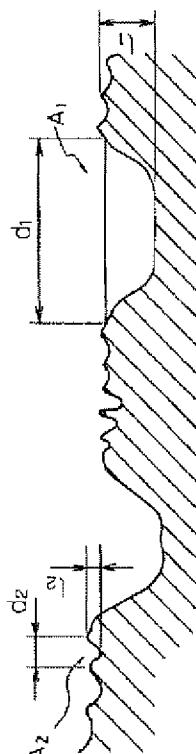
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄肉鋳片の連続鋳造用鋳型及びその表面加工方法

(57) 【要約】

【目的】 同期式連続鋳造プロセスにおいて鋳片表面に割れおよび光沢を発生しない鋳型およびその加工方法を提供することを目的とする。

【構成】 同期式連続鋳造の鋳型表面に、ショットblast法により凝固核の起点として必要な大径の窪みA<sub>1</sub>とさらに緩冷却効果のため必要な小径の窪みA<sub>2</sub>を適正に分布させた鋳型からなり、かつショットblastの鋼径の異なる2種の鋼球を混合し、鋳型表面に投射して上記鋳型表面を加工する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 薄肉鋳片の同期式連続鋳造装置の移動鋳型の表面が、該移動鋳型の周面積の90%以上に亘り、ショットblast法により刻設された $1\text{cm}^2$ 当り50～200個の直径0.4～1.0mmの円形または長円形状の開口を有する窪みと直径0.3mm以下の窪みからなり、かつ残部表面が表面粗さ10μm以下の平坦部で構成されたことを特徴とする薄肉鋳片の連続鋳造用鋳型。

【請求項2】 薄肉鋳片の同期式連続鋳造装置の移動鋳型の表面に、ショットblast法により直径の異なる2種類の鋼球を混合して投射することを特徴とする薄肉鋳片の連続鋳造用鋳型の表面加工方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は移動鋳型鋳造装置、たとえば内部に水冷機構を備えた一対の冷却ドラムを使用するツインドラム方式、一本の冷却ドラムを使用する単ドラム方式、あるいは冷却ドラムとベルトとの間に湯溜り部を形成するドラム-ベルト方式等の薄肉鋳片鋳造装置における鋳型の表面形状およびその表面加工方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 同期式連続鋳造方法は、たとえば冷却ドラムとサイド堰で構成した湯溜り部内の溶融金属(溶湯)を冷却ドラムで冷却凝固して凝固シェルを形成し、直接最終形状に近い1～10mm程度の肉厚をもつ薄肉鋳片を製造する方法であり、従って、表面性状の良好な薄肉鋳片を製造することが極めて重要である。

【0003】かかる鋳造においては、鋳片の表面性状を安定して高水準に維持することが重要な課題であり、このため、凝固シェルの均一生成を達成する手段として、たとえば冷却ドラムと凝固シェルとの間に断熱層となるエアギャップを形成するように、冷却ドラム周面に多数の窪みを設ける技術が特開昭60-18449号公報に開示されている。

【0004】またかかる技術を改良したものとして、かゝる窪みの深さ、直径、窪みの相互間距離、窪みのモチーフなどを特定した技術が特開昭64-83342号公報に開示されている。さらに、窪みの加工手段として、ショットblast法電解法、放電加工法、電子ビーム加工法などの手段が特開昭62-254953号公報に開示されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 移動鋳型式連続鋳造機を用いて好ましい薄肉鋳片を継続して得るために、鋳型、たとえば冷却ドラムの外周面に特にショットblast法によって窪みを加工する場合、その窪みの大きさや分布が極めて重要となる。溶湯と接する冷却ドラム外周面ではドラムに刻設された窪み部より凝固が開始する

が、窪みの直径が小さすぎると凝固開始点となり得ない。そのため凝固の不均一が起こり、割れの発生や湯漏れ起因による表面凝固むらを生じる。

【0006】かかる凝固開始点を増加させ、均一性を助長させるため、鋼球径をさらに大きくしてドラム表面に刻設すると、窪み部が数個の大きな集合体となったり、ドラム幅方向に一定ピッチで大きな起伏が発生し、このドラム表面で溶湯を鋳造すると鋳片表面に大きな湯しわが発生する。また冷却ドラム外周面に平坦な部分が連続的にあると、平坦部と窪み部の境界に割れを生じたり、凝固組織むらとして残存する。従って窪み径を必要以上に大きくせず、かつ鋼球の大きさ、分布を適正に刻設することが必要となるが、従来技術では打刻時の鋼球の大きさ分布に関する明確な示唆はない。

【0007】本発明は薄肉鋳片の連続鋳造に際し、ショットblast法によって冷却鋳型の窪みの分布を加工する場合のかゝる従来技術の問題点を解決するもので、これによって表面に割れや光沢むらのない鋳片を製造することを可能とするものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明は、このような問題点を解決するために、薄肉鋳片の同期式連続鋳造装置の移動鋳型の表面が、該移動鋳型の周面積の90%以上に亘り、ショットblast法により刻設された $1\text{cm}^2$ 当り50～200個の直径0.4～1.0mmの円形または長円形状の開口を有する窪みと直径0.3mm以下の窪みからなり、かつ残部表面が表面粗さ10μm以下の平坦部で構成された鋳型を特徴とし、また、連続鋳造装置の移動鋳型表面に直径の異なる2種類の鋼球を混合してショットblastを施すことにより上記鋳型表面を加工することを特徴とする。

【0009】以下、本発明についてさらに詳細に述べる。本発明は薄肉鋳片の連続鋳造用鋳型の表面に2種類の鋼球を混合してショットすることによって、前述のような冷却鋳型表面を形成するものであるが、これにより極めて容易に健全な鋳片を得ることができる。本発明において、初期の窪みとは窪みが形成されていない平滑な冷却鋳型の表面に形成された窪みのことである。初期の窪みは0.4mm～1.0mmの窪みを50～200個/cm<sup>2</sup>の範囲で分布するとともに、残部表面に0.3mm以下の窪みをほぼ全面に分布する。

【0010】凝固開始点となるためには、大きな窪みは0.4mm以上であることが必要である。また小さな径の窪みは鋳型表面の大きな窪み部との冷却むらを小さくするため、0.3mm以下が効果的である。さらに鋳型表面の平坦部は表面組織むらを防ぐ意味から、出来るかぎり少ない面積がよく、少なくとも10%以下が望ましい。

【0011】本発明における平坦部の面積率とは、下記(1)式によって定義される。

$$\text{面積率} (\%) = \frac{\text{各初期平坦部面積}}{\text{冷却鋳型の周面積}} = \frac{S_1}{S} \cdots (1)$$

ただし、

$S$  ; 冷却ドラムの周面積

$S_1$  ; 冷却ドラム平坦部面積 である。

【0012】また平坦部とは表面粗さが  $10 \mu\text{m}$  以下の部分とした。このとき、平坦部の面積率は、簡易的にドラム表面の拓本を画像処理することで測定できる。即ちドラム表面にカーボンスプレーを塗布させ、魚拓方式で拓本を取り、黒くなった部位の面積率を定量化する。本発明において、上記ショットblastを施して、上記冷却鋳型に所要の窪みを形成させるとき、 $0.4 \text{ mm}$  以上の大径  $D_1$  を形成するためのショットblast  $D_1$  と  $0.3 \text{ mm}$  以下の窪み  $d_2$  を形成するためのショットblast  $D_2$  を混合させて加工を行う。平坦な表面を有する冷却鋳型に、ショットblastを施すことによって、2種の大小の窪みを形成するためにはほぼランダムに衝突する必要がある。

【0013】同一ショット径で加工すると、窪みの分布はある範囲内に正規分布するため、2種の分布を形成することはできない。そこで、ショット径を2種にすることで窪みの分布を2種類にでき、本発明例に沿った分布が再現できる。この場合、大径  $D_1$  と小径  $D_2$  はドラム表面の素材にランダムに打刻するために、大径  $D_1$  ショットと小径  $D_2$  ショットの個数を(2)式で満足する範囲にすることが好ましい。

#### 【0014】

$$3\% \leq D_1 / (D_1 + D_2) \leq 40\% \cdots (2)$$

この割合はドラム表面の材質によって異なるが、たとえばCu鋳型に  $0.5 \sim 2 \text{ mm}$  のN1メッキが施されている場合、この比が3%より小さいと凝固核となる  $0.4 \text{ mm}$  以上の窪みの個数が少なく、不均一凝固を起こし、割れが発生する。一方、40%より大きくなると  $0.4 \text{ mm}$  以上の窪みが連続したり、縦筋状の大きな起伏が発生し、鋳片表面性状を悪化させる。

【0015】またショット径が  $0.15 \text{ mm}$  未満では、ショットの運動エネルギーが小さく、有効な窪みが得にくい。したがって、ショット径  $D_1$  と  $D_2$  は(3)式、(4)式を満足することが好ましい。

$$0.50 \text{ mm} \leq D_1 \leq 1.1 \text{ mm} \cdots (3)$$

$$0.15 \text{ mm} \leq D_2 \leq 0.4 \text{ mm} \cdots (4)$$

このように適性範囲で窪みを形成した冷却鋳型により鋳片を鋳造すると、鋳片の表面微細割れおよび光沢むらを同時に防止することができる。

【0016】またこれらの窪みは鋳造量とともに磨耗することから磨耗に応じ、再加工する必要がある。なお、窪み加工は、空素雰囲気下で行うことが好ましい。これによって、加工時にロール表面温度が上昇して酸化が促進されることを防止することができる。

#### 【0017】

【作用】本発明者らは冷却鋳型の窪みと鋳片表面割れおよび表面凝固むらを種々検討したところ、凝固核として必要な大径の窪みをある範囲の量で形成する必要があることを見出した。さらに、本発明者らはこれらの大径の間隙に小さな径の窪みを形成することにより、鋳片表面の光沢むらの解消できることを見出した。

【0018】図3は窪みの断面形状を示し、大きなショットディンプルにより大きくより深い窪み  $A_1$  (直径  $d_1$ 、深さ  $l_1$ ) が、小さなショットディンプルによりより小さく浅い窪み  $A_2$  (直径  $d_2$ 、深さ  $l_2$ ) が形成される。大きな窪み  $A_1$  は溶鋼表面と接することにより、凝固核が生成し、均一凝固を助長し、まわりの小さな窪み  $A_2$  はドラムと凝固シェル間のガスギャップを大きくして鋳片表面を緩冷却化し、さらに凝固核に必要な窪み  $A_1$  とまわりの窪み  $A_2$  との冷速差を小さくすることで、表面の凝固むらが解消できることを確認した。

【0019】また窪み  $A_1$ ,  $A_2$  によってドラムと凝固シェル間のエアギャップを増大させ緩冷却作用によって、鋳片の表面割れが防止できることを確認した。この結果を図1に示す。図1は次の条件によって得られたものである。先ずドラム幅  $1300 \text{ mm}$ 、径  $1200 \text{ mm}$ 、表面にN1メッキを施した双ドラム式連続鋳造機を用い、鋼種SUS304の溶湯を急冷凝固して、鋳片を  $80 \text{ m}/\text{分}$  で引き抜き、厚み  $2.3 \text{ mm}$  の鋳片を得た。

【0020】上記冷却ドラム表面には、ショットblastによって平坦部の90%以上の部分に窪みを形成させた。この部分に  $0.15 \text{ mm}$  の窪みを形成させたところ、窪みが凝固核として働くことなく、鋳片表面に割れが発生した。そこで、冷却ドラム表面に次の条件によりショットblastを施した。すなわち、空圧投射式ブロスターを用い、径が  $0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40$  のいずれかの鋼球(マルテンサイト)と径が  $0.60, 0.65, 0.75, 0.85, 0.90, 1.10 \text{ mm}$  のいずれかの鋼球を、投射空圧:  $3.6 \sim 10 \text{ kg/cm}^2$ 、1回の投射幅  $20 \text{ mm}$  によって図4に示すような個数で変化させて窪みを形成した。

【0021】以上のように表面を加工した冷却ドラムにより上記と同様な鋳造条件で鋳片を製造し、得られた表面の表面割れ発生量を調査した。図2に示すように割れおよび光沢むらのない領域は、 $0.4 \text{ mm}$  以上の窪みが  $50 \sim 200$  個/ $\text{cm}^2$  で分布し、且つ  $0.3 \text{ mm}$  以下の凹みからなり、全体の90%以上刻設された部位であることがわかった。

【0022】ここで、窪みの径が  $1 \text{ mm}$  より大きくなると、冷延後窪み部に対応した部分が光沢むらとして残存するため  $0.4 \sim 1.0 \text{ mm}$  の範囲とした。

## 【0023】

【実施例】先ず、本発明で用いる連続鋳造機について図4で説明すると、該連続鋳造機は冷却ドラム1、1を平行にかつ逆方向に回転するように配置し、該冷却ドラム1、1の両端面にサイド堰2、2を設けて湯溜り部4を構成し、該湯溜り部内に溶湯5を冷却ドラム1、1の回転によって冷却しつつ薄肉鋳片Sを鋳造するようになっている。またサイド堰2、2は冷却ドラム1、1の両端面に押しつけられ、冷却ドラムの回転による磨耗によつてシール状態を維持して湯漏れを防止している。

【0024】かかる装置の鋳型の表面性状を表1に示すように変えて、ステンレス鋼SUS304の組成を持ち、温度1500°Cの溶鋼から80m/分の鋳造速度で肉厚2.3mm、板幅800mmの薄肉鋳片を鋳造した。表1に記載のNO1-1から1-5が比較例であり、NO1-6から1-10が本発明例である。表1に示す通り、本発明法で鋳造した鋳片表面には微細割れがなく、また光沢むらの発生もなかった。

【0025】すなわち0.4mm以上の大径部から凝固が開始し、断面方向の凝固均一性がよくなり、微細割れをなくすことができた。またほぼ全面に窪みを形成することで大径部とその他の部位の凝固むらを軽減でき、結果として冷延板の光沢むらを皆無とすることができた。NO1-1および1-2は0.4mm以上の大径が少なく、凝固開始点が少ないとによって凝固不均一が過大となり、微細割れが発生した。また、NO1-3は0.4mm以上の窪みの個数は適正であったが、ドラム表面に平坦部が多く、光沢むらが発生した。さらに、NO1-4および1-5は、0.4mm以上の大径が重なりあって、大

きな窪み群となつたり、縦方向に窪みの筋ができたりして、光沢むらが発生した。

## 【0026】

【発明の効果】以上述べたごとく、本発明によれば冷却ドラム表面の窪みを割れおよび光沢むらのない窪み分布に形成することができるので、加工の工期および費用の削減などが可能となり、その工業的効果は大きい。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】0.4mm以上の窪みの数とドラム表面の窪み部面積率の割れ、光沢むらの最適範囲部を示す図である。

【図2】0.4mm以上の窪みの数におけるショット大径D<sub>1</sub>と小径D<sub>2</sub>の個数比の最適範囲部を示す図である。

【図3】ドラム表面の窪みの形状を示す図である。

【図4】本発明を実施する双ドラム式連続鋳造機の斜視図である。

## 【符号の説明】

1…冷却ドラム

2…サイド堰

20 3…溶湯吐出ノズル

4…湯溜り部

5…溶湯

D<sub>1</sub>…ショット大径

D<sub>2</sub>…ショット小径

S…薄肉鋳片

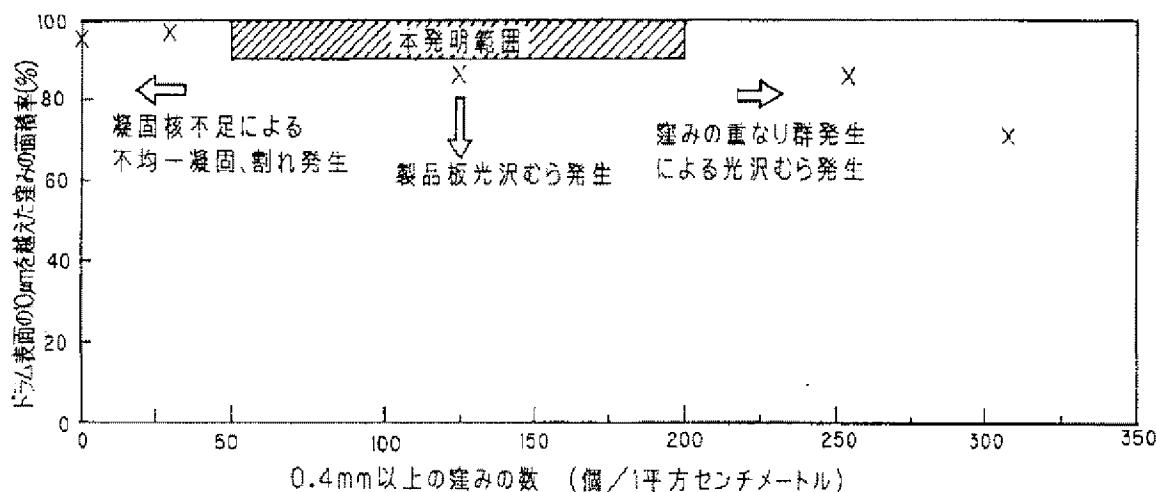
d<sub>1</sub>…ショット大径による窪み径

d<sub>2</sub>…ショット小径による窪み径

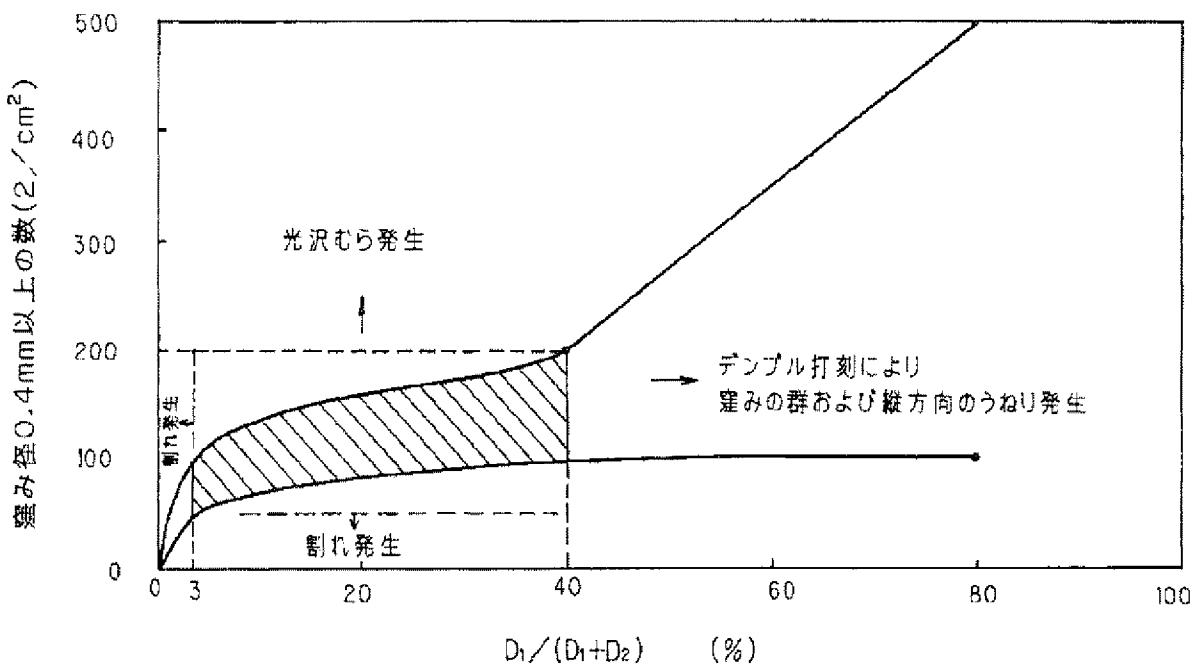
l<sub>1</sub>…ショット大径による窪み深さ

l<sub>2</sub>…ショット小径による窪み深さ

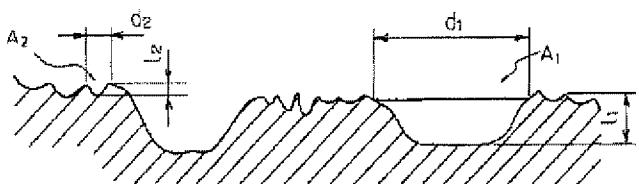
【図1】



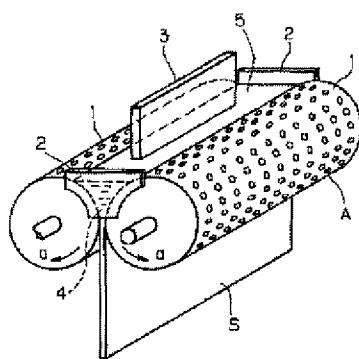
【図2】



【図3】



【図4】



- 1…冷却ドラム
- 2…サイド堰
- 3…溶渣吐出ノズル
- 4…湯漬け部
- 5…湯槽
- A…波板
- A…產生

フロントページの続き

(72)発明者 竹内 英麿

山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵  
株式会社光製鐵所内

(72)発明者 松原 安夫

山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵  
株式会社光製鐵所内